



**Dinâmica Temporal e Espacial das Inundações no
Lago Guaíba e Delta do Jacuí (RS) Entre 1940 e 2015**
Temporal and Spatial Dynamics of Floods in
Guaíba Lake and Jacuí Delta (RS) Between 1940 and 2015

Elisabete Weber Reckziegel¹; Jair Weschenfelder² & Thiago Bazzan³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências,
Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43113, Bloco I - 91501-970 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências,
Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43113, Bloco I - 91501-970 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

³ Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL).
Av. Almeida Garret, 267, 13087-290 Jardim Nossa Senhora Auxiliadora, Campinas, São Paulo, Brasil

E-mails: elisabetewr@gmail.com; jair.weschenfelder@ufrgs.br; thiagobaz@yahoo.com.br

Receido em: 13/04/2018 Aprovado em: 23/07/2018

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_499_519

Resumo

Para a elaboração do histórico de ocorrências de inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí foi realizado o levantamento das ocorrências no período entre 1940-2015 e realizada a avaliação da dinâmica anual, sazonal e mensal dos eventos. As inundações foram caracterizadas quanto à intensidade e frequência. Também foram identificados os principais locais atingidos e o número de pessoas afetadas. Os resultados indicam que o município de Porto Alegre é o que apresenta maior número de ocorrências de inundações, com 46 registros; Eldorado do Sul foi atingido em 9 eventos; Guaíba foi atingido em 5 eventos, enquanto Barra do Ribeiro e Itapuã (localizado no município de Viamão) em pelo menos 1 evento no período 1940-2015. O histórico e a avaliação da dinâmica espacial e temporal das inundações é uma importante ferramenta para a gestão e planejamento das áreas atingidas.

Palavras-chave: Inundações; Frequência; Lago Guaíba

Abstract

To create a flood history's database in Guaíba Lake and Jacuí Delta, a survey of the events was carried out between 1940-2015, assessing the annual, seasonal and monthly characteristics of them. Events were characterized for its intensity and frequency. The main affected sites were also identified and the number of people affected was assessed. The results indicate that the municipality of Porto Alegre is the one with the highest number of occurrences of floods, with 46 records; Eldorado do Sul recorded 9 events, Guaíba 5 events; whereas Barra do Ribeiro and the village of Itapuã in the municipality of Viamão, accounted 1 event during 1940-2015. Understanding the history and the evaluation of the spatial and temporal dynamics of these floods is paramount for the management and planning of the affected areas.

Keywords: Floods; Frequency; Guaíba Lake

1 Introdução

A localização do Lago Guaíba e Delta do Jacuí favoreceu a ocupação dos municípios situados no seu entorno. Com a urbanização das cidades ocorreu a intensificação da ocupação em áreas suscetíveis a inundações.

As inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí são frequentes destacando-se, de acordo com DEP (2017), a do ano de 1873 (3,5 metros), 1928 (3,20 metros), 1936 (3,22 metros), 1941 (4,75 metros) e 1967 (3,13 metros).

Ainda, em 1984 e 2015 foi registrada a cota fluviométrica de 2,60 e 2,94 metros, respectivamente, que ocasionou inundações nas áreas urbanas dos municípios situados no entorno, como Eldorado do Sul, Guaíba e Porto Alegre.

Dessa forma, a identificação dos locais atingidos por inundações e a frequência de ocorrência destes eventos são fundamentais para

a elaboração de estudos que visem a prevenção de desastres. Neste sentido, esta pesquisa apresenta uma avaliação da dinâmica espacial e temporal de inundações associadas ao Lago Guaíba e Delta do Jacuí, no estado do Rio Grande do Sul (RS), que ocorreram no período de 1940-2015 podendo servir de subsídio para o planejamento dos municípios.

2 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na porção leste do estado do Rio Grande do Sul, aproximadamente, entre as coordenadas $29^{\circ}55'56''\text{S}$ e $30^{\circ}21'24''\text{S}$ de latitude e $51^{\circ}19'51''\text{W}$ e $51^{\circ}1'29''\text{W}$ de longitude (Figura 1) e corresponde ao entorno do Lago Guaíba e Delta do Jacuí. O Lago Guaíba limita-se com os municípios de Barra do Ribeiro, Eldorado do Sul, Guaíba, Porto Alegre e Viamão. Ao sul, conecta-se com a Lagoa dos Patos. Ao norte do Delta do Jacuí, localizam-se os municípios de Canoas, Nova Santa Rita e Triunfo.

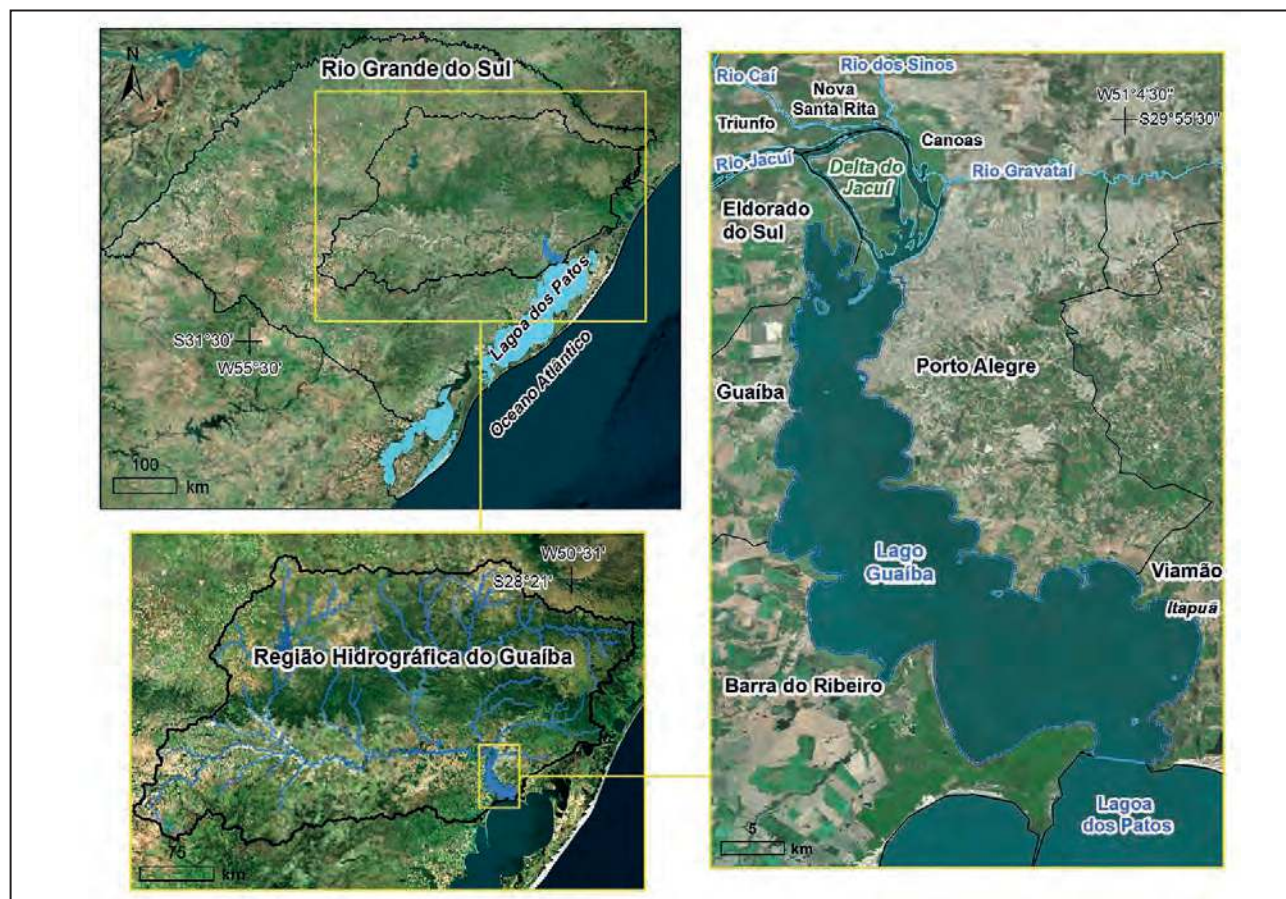


Figura 1 Localização da área de estudo (Imagens de satélite disponibilizadas pelo software Google Earth).

A oeste do Lago Guaíba e Delta do Jacuí estão localizadas as áreas urbanas dos municípios de Barra do Ribeiro, Eldorado do Sul e Guaíba. Já a leste, localiza-se a área urbana do município de Porto Alegre, assim como, o distrito de Itapuã (localizado no município de Viamão). Conforme indicado no censo demográfico (IBGE, 2010), nestas áreas urbanas reside uma população de aproximadamente 1.542.506 habitantes e o distrito de Itapuã possui aproximadamente 5.300 pessoas residentes.

3 Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo sobre a dinâmica temporal e espacial das inundações foi realizado o levantamento de dados sobre a ocorrência de eventos de uma série histórica de 76 anos (1940-2015). Para tanto, foram verificadas previamente as cotas fluviométricas máximas diárias do Lago Guaíba e posteriormente desenvolvida a pesquisa histórica em jornais.

A pesquisa documental em jornais para a elaboração da série histórica dos eventos foi realizada consultando exemplares diários do acervo do Arquivo de Jornais do Correio do Povo, localizado em Porto Alegre/RS. Para o período de janeiro de 1940 a maio de 1997 foram consultados jornais impressos e para o período de junho de 1997 a dezembro de 2015 foram consultadas jornais em formato digital. Complementarmente foram consultados jornais, livros e mídias digitais.

Para a identificação do nível da cota fluviométrica registrada durante os eventos de inundação foram considerados os dados diários da estação fluviométrica Praça da Harmonia, localizada no município de Porto Alegre, que possui a maior série histórica disponível na área de estudo. Estes dados foram disponibilizados pela Superintendência de Portos e Hidrovias (SPH/RS) para o período de 1941-2015. Para o ano de 1940 foram consultados os dados da estação fluviométrica Porto Alegre, obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA).

Foram consultados ainda dados da estação fluviométrica Ilha da Pintada, localizada no Arquipélago, para o período de 1985-2015. As

informações da cota fluviométrica da estação Ilha da Pintada foram obtidos junto ao Centro Integrado de Comando (CEIC) da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (período 2003-2015) e na Agência Nacional de Águas (ANA) (período de 1985-2002).

A intensidade e frequência das inundações foram definidas a partir do Intervalo de Recorrência (I_r), com base na equação apresentada por Christofolletti (1981): $I_r = N + 1/M$, onde “N” corresponde ao número total de anos considerados na série histórica e “M” é o número de ordem que representa a posição da cota na escala organizada. Dessa forma, foram classificadas a intensidade e frequência dos eventos, conforme indicado na Tabela 1.

Intervalo de Recorrência	Intensidade	Frequência
Até 5 anos	Baixa	Alta
5 a 15 anos	Média	Média
15 a 40 anos	Alta	Baixa
Mais de 40 anos	Muito alta	Muito baixa

Tabela 1 Intensidade e frequência das inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí.

O tempo de duração das inundações foi definido considerando o período de dias em que a cota fluviométrica registrada foi superior a 2,1 metros na estação Praça da Harmonia. Este limiar foi definido com base na cota de alerta considerada pelo Centro Integrado de Comando de Porto Alegre (CEIC), na estação Cais do Porto, para fins de monitoramento do Lago Guaíba.

A avaliação da dinâmica temporal foi realizada com base na identificação da distribuição mensal, sazonal e anual das inundações, sendo verificados os anos e meses de maior ocorrência de eventos no período analisado.

A dinâmica espacial dos eventos foi avaliada a partir da identificação dos municípios e localização dos principais pontos atingidos por inundação. Também foi realizada a análise das consequências destes eventos com relação ao número de pessoas afetadas.

4 Resultados

4.1 Dinâmica Temporal das Inundações

No período 1940-2015 foram registrados 46 eventos de inundação associados ao Lago Guaíba

e Delta do Jacuí. A distribuição das inundações ao longo da série histórica apresenta variações na frequência anual do número de ocorrências (Figura 2). As inundações ocorridas entre 1940 e 1982 são caracterizadas pela baixa frequência dos registros (13 eventos), sendo registrado até 10 anos consecutivos sem inundações (1943-1952). No período entre 1983 e 2015 as inundações são caracterizadas pelo aumento da frequência de ocorrência (33 eventos). São registrados no máximo 2 anos consecutivos sem eventos (1991-1992 e 2003-2004).

As décadas em que há registro de maior número de eventos foram 1980 e 2000, com 8 e 13 ocorrências, respectivamente; nas décadas de 1940, 1950 e 1970 foi registrado o menor número de eventos, 3 ocorrências (Figura 3).

A distribuição mensal mostra que os meses em que foram registrados o maior número de eventos correspondem a julho, outubro, agosto e setembro com 11, 10, 9 e 8 ocorrências, respectivamente (Figura 4). Nos meses de fevereiro, março e abril não foram registradas inundações e nos meses de novembro, dezembro e janeiro foi registrado apenas um evento durante a série histórica analisada.

Com relação às estações do ano, o maior número de registros ocorre no inverno, com 23 ocorrências, seguido pela primavera com 18. No verão foram registrados apenas 2 eventos e no outono 3.

Durante as inundações no período de 1940-2015 a maior cota fluviométrica registrada foi de 4,63 metros no dia 7 de maio de 1941, seguido pelo evento de outubro de 2015 quando atingiu a cota



Figura 3 Distribuição por década dos eventos de inundação.



Figura 4 Distribuição por mês dos eventos de inundação.

fluviométrica de 2,94 metros no dia 17 de outubro de 2015. Destacam-se ainda os eventos de setembro de 1967, setembro de 1941 e junho de 1984 quando a cota fluviométrica registrada foi igual ou superior a 2,60 metros (2,83; 2,68; 2,60 metros). Na estação Ilha da Pintada, a maior cota fluviométrica alcançada no período de 1985-2015 foi de 2,70 metros em 16 e 17 de outubro de 2015 (Figura 5).



Figura 2 Distribuição anual dos eventos de inundação do Lago Guaíba e Delta do Jacuí.

Em geral, a diferença da cota fluviométrica entre as estações Praça da Harmonia e Ilha da Pintada durante os eventos de inundação é inferior a 0,2 metros. Diferença de cota fluviométrica superior a 0,3 metros foi registrada apenas no evento de setembro de 2009.

A partir da série histórica dos eventos pode-se observar que as inundações ocorrem, em geral, quando o Lago Guaíba atinge a cota fluviométrica de 2,0 metros na estação Praça da Harmonia. Na estação Ilha da Pintada as inundações ocorrem, em geral, a partir da cota fluviométrica de 1,78 metros. Além disso, observa-se que na inundação de maio de 1941 a cota fluviométrica registrada foi muito superior aos demais eventos.

Destaca-se também que, para fins de monitoramento do Lago Guaíba, o Centro Integrado de Comando de Porto Alegre (CEIC), considera como cota de alerta a cota de 2,1 metros na estação Cais Mauá e de 1,8 metros na estação Ilha da Pintada.

4.1.1 Intensidade e Frequência das Inundações

Na área de estudo eventos de inundação de baixa e média intensidade são predominantes, apresentando maior frequência na série histórica e totalizam 28 e 13 ocorrências, respectivamente. Houve registro de 4 eventos de alta e 1 de muita alta intensidade (Figura 6).

O evento de muito alta intensidade ocorreu no mês de maio de 1941. Eventos de alta intensidade na série histórica analisada ocorreram em setembro de 1941, setembro de 1967, julho de 1984 e outubro de 2015.

Nas décadas de 1950, 1970, 1990 e 2000 não foram registrados eventos de alta ou muito alta intensidade, sendo registrados apenas aqueles de baixa e média intensidade. Já na década de 1940, mesmo ocorrendo baixa frequência de inundações, foi registrado o evento de maior intensidade no período analisado.

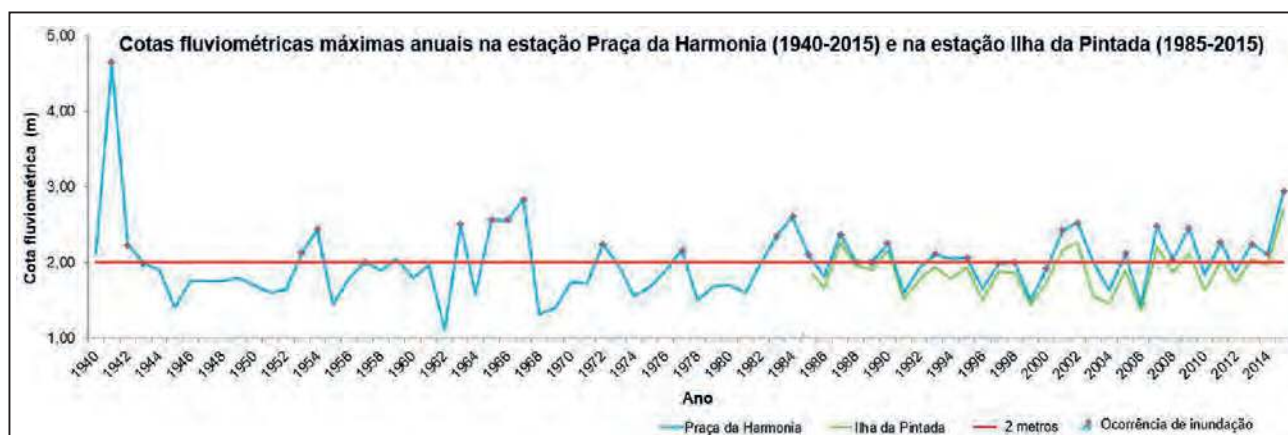


Figura 5 Cotas fluviométricas máximas anuais na estação Praça da Harmonia (1940-2015) e na estação Ilha da Pintada (1985-2015).

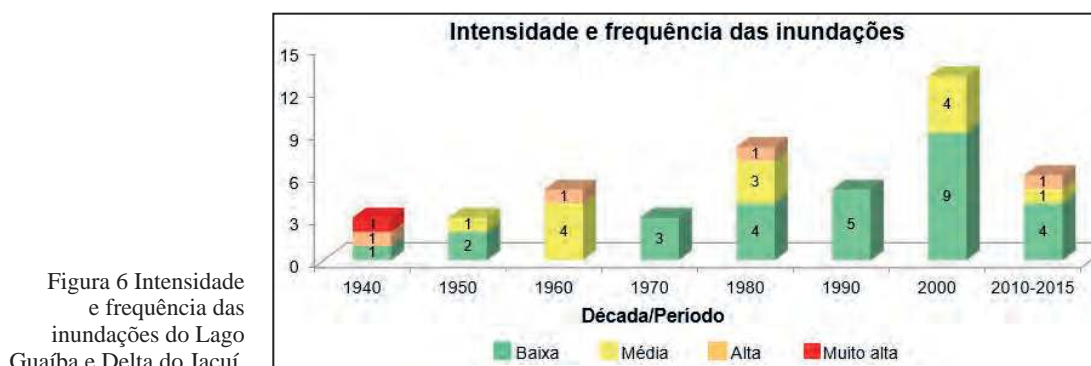


Figura 6 Intensidade e frequência das inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí.

As inundações de muito alta, alta e média intensidade possuem, em geral, tempo de duração de mais de um dia, até mesmo semanas. Na inundação de 1941, a cota fluviométrica se manteve superior a 2,1 metros durante 37 dias. Na inundação de alta intensidade de outubro de 2015 durante 19 dias; em setembro de 1967 por 10 dias; e em julho de 1984 durante 27 dias. (Figura 7). As inundações que mantêm as áreas inundadas por 1 a 2 dias são, em geral, de baixa intensidade.



Figura 7 Duração das inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí.

Esta característica de manter as áreas inundadas durante dias e até mesmo semanas permite classificar as inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí como inundações graduais com base na classificação de Castro (2003). Nas inundações graduais, as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais. Relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. O fenômeno caracteriza-se por sua abrangência e grande extensão. São características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície (Castro, 2003).

4.2 Dinâmica Espacial das Inundações

A seguir consta a descrição dos principais pontos atingidos pelas inundações durante a série histórica analisada. Também é realizada a avaliação da população afetada pelos eventos.

4.2.1 Década de 1940

A década de 1940 é caracterizada pela baixa frequência de eventos com 3 registros de inundação. No entanto, nesta década, ocorreu o evento de maior intensidade durante a série histórica analisada, em maio de 1941, alcançando a cota fluviométrica de 4,63 metros.

A inundação ocorrida em maio de 1941 causou danos nos municípios de Porto Alegre, Guaíba, Barra do Ribeiro (na época Distrito de Guaíba), assim como, em Viamão, no distrito de Itapuã.

Em Porto Alegre a área central foi inundada, além de áreas dos bairros Belém Novo, Cristal, Espírito Santo, Ipanema, Menino Deus, Navegantes, Praia de Belas, São Geraldo, São João, Tristeza e da região das ilhas. Na cidade de Guaíba foi atingida a área central. No distrito de Itapuã foram recolhidos, de acordo com Correio do Povo (14/05/1941), 270 flagelados.

De acordo com Guimaraens (2009), em Porto Alegre, a enchente deixou 15 mil residências inundadas, deixando 70 mil pessoas desabrigadas. Cerca de 200 indústrias de um total de 600 estabelecimentos foram inundadas. Ainda de acordo com o autor, o valor dos prejuízos foi de 30 milhões de dólares.

Ainda no ano de 1941, destaca-se a inundação de alta intensidade ocorrida no mês de setembro que atingiu áreas do município de Porto Alegre, como, os bairros Centro, Navegantes e Praia de Belas. Mais de 100 famílias foram recolhidas em abrigos em decorrência do evento (Correio do Povo, 14/9/1941). O evento de baixa intensidade ocorrido em maio de 1942 atingiu pontos isolados, como as ilhas situadas no delta e os bairros São João e Navegantes, em Porto Alegre. Na Figura 8 constam os principais locais atingidos por inundações na década de 1940.

4.2.2 Década de 1950

A década de 1950 é caracterizada pela baixa frequência e baixa intensidade de eventos, sendo registradas 3 inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí.

Na inundação de baixa intensidade de outubro de 1953 foram atingidas áreas das ilhas e do bairro

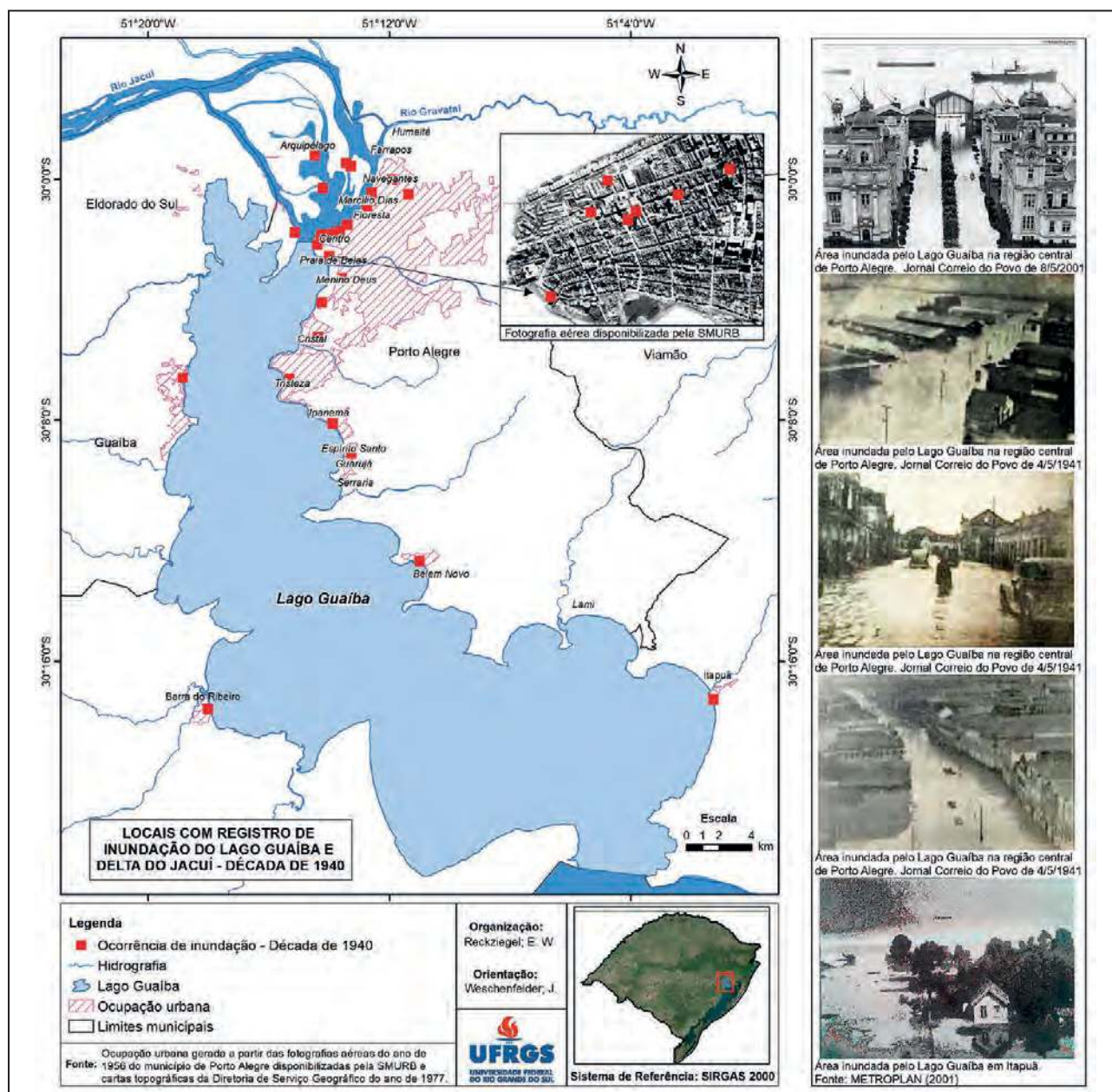


Figura 8 Locais com registro de inundação na década de 1940.

Navegantes, em Porto Alegre, sendo que mais de 100 pessoas ficaram desabrigadas (Correio do Povo, 6/10/1953). Em julho de 1954 ocorreram duas inundações, sendo uma de baixa e uma de média intensidade.

Foram atingidas principalmente as ilhas e locais dos bairros Menino Deus, Navegantes e Praia de Belas, em Porto Alegre. O número de flagelados em decorrência destes eventos chegou a 2.000

(Correio do Povo, 27/07/1954). Na Figura 9 constam os principais pontos atingidos por inundações na década de 1950.

4.2.3 Década de 1960

Na década de 1960 foram registradas 5 inundações associadas ao Lago Guaíba e Delta do Jacuí, sendo uma de alta intensidade.

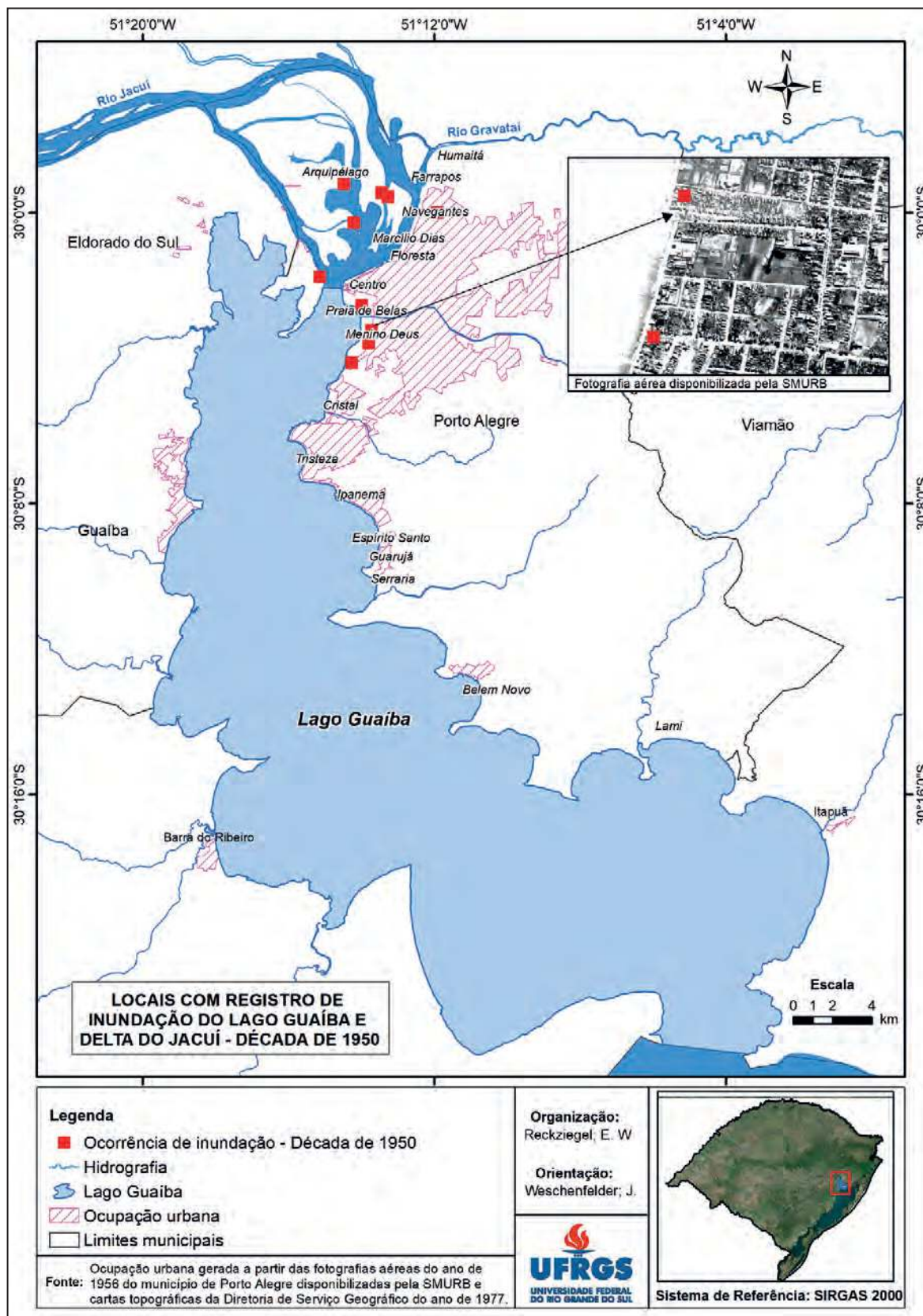


Figura 9
 Locais com registro de inundação na década de 1950.

No evento de média intensidade ocorrido em outubro de 1963 foram atingidas áreas das ilhas e dos bairros Menino Deus e Navegantes, em Porto Alegre. Foram registrados mais de 4.690 flagelados (Correio do Povo, 18/10/1963). Na inundação de média intensidade de agosto de 1965 foram atingidas áreas das ilhas e do bairro Navegantes, em Porto Alegre. O número de flagelados foi superior a 10.000 (Correio do Povo, 26/8/1965).

O evento de setembro de 1965 foi de média intensidade e atingiu áreas das ilhas e dos bairros Centro, Navegantes e Praia de Belas, em Porto Alegre. Pelo menos 8.000 pessoas ficaram desabrigadas (Correio do Povo, 15/9/1965). Na inundação de média intensidade ocorrida em agosto de 1966 centenas de pessoas foram afetadas e foram atingidas áreas das ilhas e do bairro Praia de Belas, em Porto Alegre.

Na inundação de alta intensidade de setembro de 1967 foi alcançada a cota fluviométrica de 2,83 metros, a terceira maior da série histórica analisada. Foram atingidas áreas das ilhas, além dos bairros Centro, Navegantes, Praia de Belas, São Geraldo e São João, em Porto Alegre. O número de flagelados em Porto Alegre foi de pelo menos 4.850 pessoas (Correio do Povo, 24/09/1967). Também foram atingidas áreas no centro de Guaíba. Na Figura 10 constam os principais pontos atingidos por inundações na década de 1960.

4.2.4 Década de 1970

A década de 1970 é caracterizada pela baixa frequência de eventos, sendo registradas 3 inundações de baixa intensidade.

No evento ocorrido em julho de 1972 foram atingidas áreas das ilhas (Grande dos Marinheiros e da Pintada) e do bairro Serraria, em Porto Alegre, sendo registrados em torno de 100 flagelados (Correio do Povo, 20/7/1972). Em setembro de 1972 a inundação de baixa intensidade atingiu principalmente áreas das ilhas (Grande dos Marinheiros, Humaitá, Pintada, Pavão, das Flores) e foram registrados mais de 200 flagelados (Correio do Povo, 5/9/1972). Em agosto de 1977 durante a inundação de baixa intensidade foram atingidas áreas das ilhas em Porto Alegre e a rua João Pessoa na cidade de Guaíba. Na Figura

11 constam os principais pontos atingidos por inundações na década de 1970.

Na década de 1970 iniciou a implantação do sistema de proteção de cheias na região metropolitana. Em Porto Alegre o sistema de proteção é constituído por um sistema de diques de concreto na área central e de enrocamento no restante. O sistema de diques foi projetado para a cota de 6,0 m, que representa 1,25 m acima da cota da cheia de 1941 (Metroplan, 2013). Os demais municípios do entorno do Lago Guaíba e Delta do Jacuí não possuem diques de proteção contra inundações.

A implantação do sistema de proteção teve como consequência a redução da ocorrência de eventos de inundação no centro e na porção norte de Porto Alegre a partir deste período. No entanto, áreas que não são protegidas pelos diques continuaram sendo afetadas pelas inundações.

4.2.5 Década de 1980

A década de 1980 é caracterizada pela maior frequência de eventos. No entanto, predominam aqueles de baixa e média intensidade: das 8 inundações registradas, apenas uma foi de alta intensidade.

Na inundação de média intensidade de julho de 1983 pelo menos 1.200 pessoas ficaram desabrigadas. Em agosto de 1983, no evento de média intensidade, foram atingidas as ilhas e o bairro Serraria em Porto Alegre. De acordo com Metroplan (2001) somente nas cercanias de Porto Alegre aproximadamente 29 mil pessoas estavam desabrigadas, mais de três mil na região do Delta do Jacuí. Foi a primeira vez que os portões do muro Mauá foram fechados e vedados.

No evento de alta intensidade ocorrido em junho de 1984 foram atingidas áreas das ilhas e dos municípios de Eldorado do Sul e Guaíba. Os eventos de agosto de 1985 e agosto 1987 foram de baixa intensidade. Neste último, foram atingidas áreas das ilhas além dos bairros Guarujá, Ipanema e Serraria em Porto Alegre, sendo registrados mais de 350 flagelados (Correio do Povo, 21/8/1987). Já em julho de 1987, no evento de média intensidade, foram

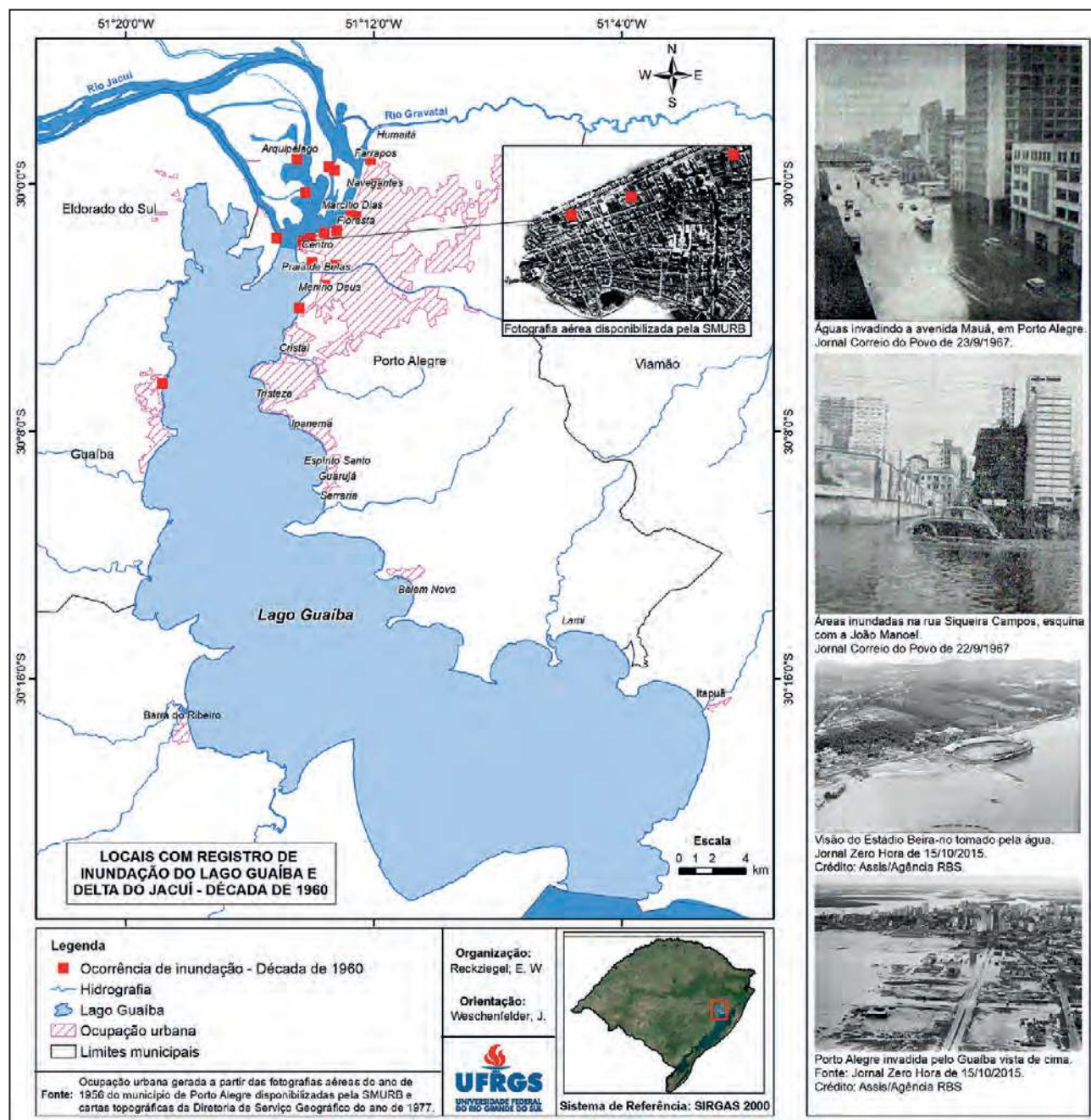


Figura 10 Locais com registro de inundação na década de 1960.

atingidas áreas das ilhas Grande dos Marinheiros, das Flores e do Pavão.

Nos eventos de baixa intensidade de setembro de 1988 e 1989 as áreas mais atingidas foram as ilhas e o bairro Serraria na zona sul de Porto Alegre. Na Figura 12 constam os principais pontos atingidos por inundações na década de 1980

onde pode-se observar a ausência de eventos nos locais protegidos pelo sistema de proteção (centro e norte do município de Porto Alegre).

4.2.6 Década de 1990

Na década de 1990 foram registrados 5 eventos de inundação de baixa intensidade.

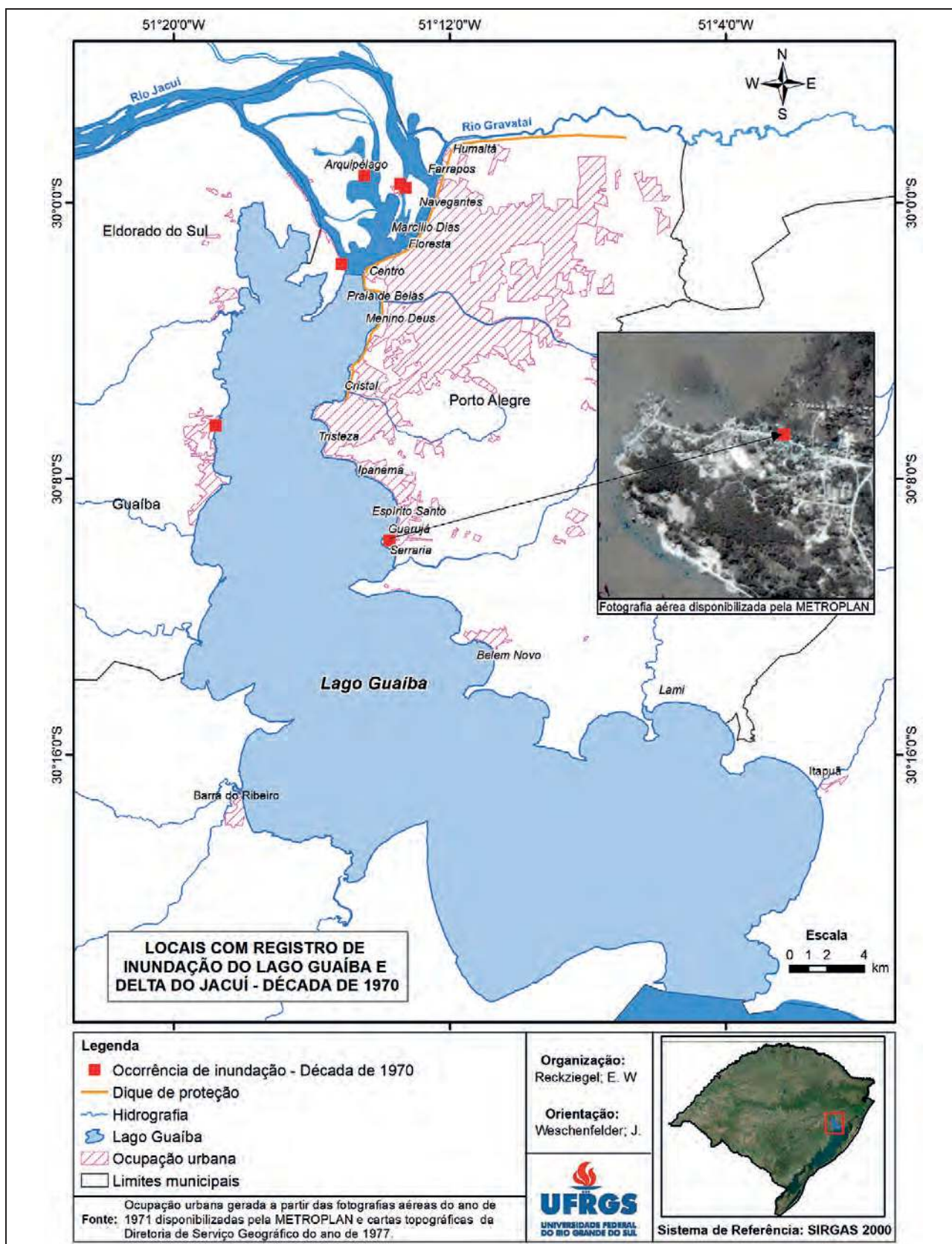


Figura 11 Locais com registro de inundação na década de 1970.

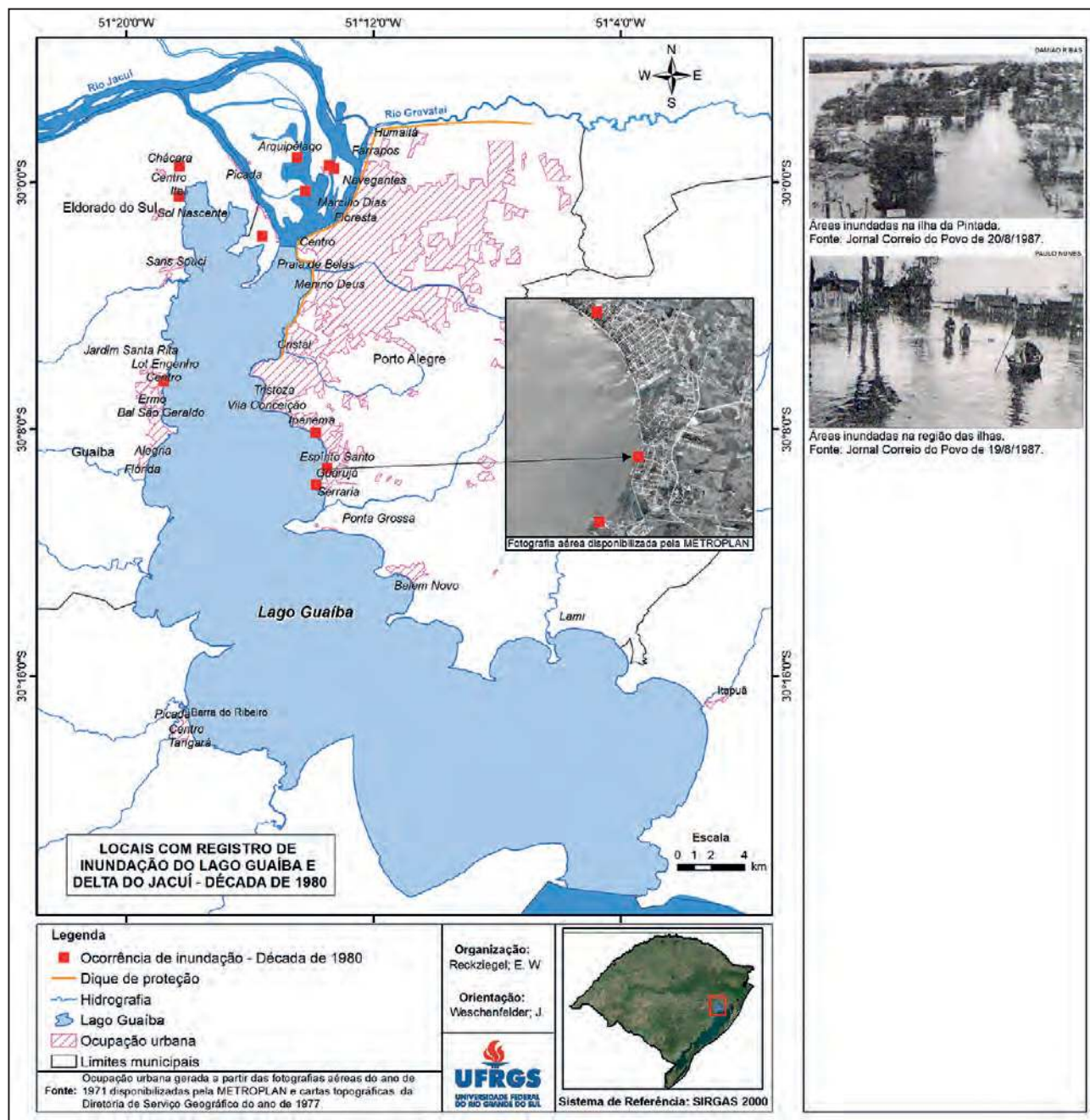


Figura 12 Locais com registro de inundação na década de 1980.

No evento de outubro de 1990, 350 famílias tiveram as casas atingidas na região das ilhas do Pavão, Grande dos Marinheiros, da Pintada e das Flores (Correio do Povo, 16/10/1990). Em julho de 1993 foram atingidas áreas das ilhas Grande dos Marinheiros, das Flores e da Pintada e do bairro Serraria em Porto Alegre. Dezenas de casas

foram atingidas e pelo menos 4 pessoas ficaram desabrigadas em decorrência deste evento (Correio do Povo, 12/7/1993).

Em agosto de 1995, no evento de baixa intensidade, foram atingidas áreas das ilhas e dos bairros Cristal e Serraria em Porto Alegre deixando 75 famílias desabrigadas. No evento de baixa

intensidade de outubro de 1997 foram atingidas áreas das ilhas Grande dos Marinheiros e da Pintada, além de locais dos bairros Praia de Belas e Serraria, em Porto Alegre. Foram removidas de suas casas 20 famílias (Correio do Povo, 18/10/1997). Na Figura 13 constam os principais pontos atingidos por inundações na década de 1990.

4.2.7 Década de 2000

Na década de 2000 foram registradas 13 inundações. Apesar de o período 2000-2010 ter registrado maior número de eventos a intensidade dos mesmos não foi tão significativa, não sendo registradas inundações de alta ou muito alta intensidade.

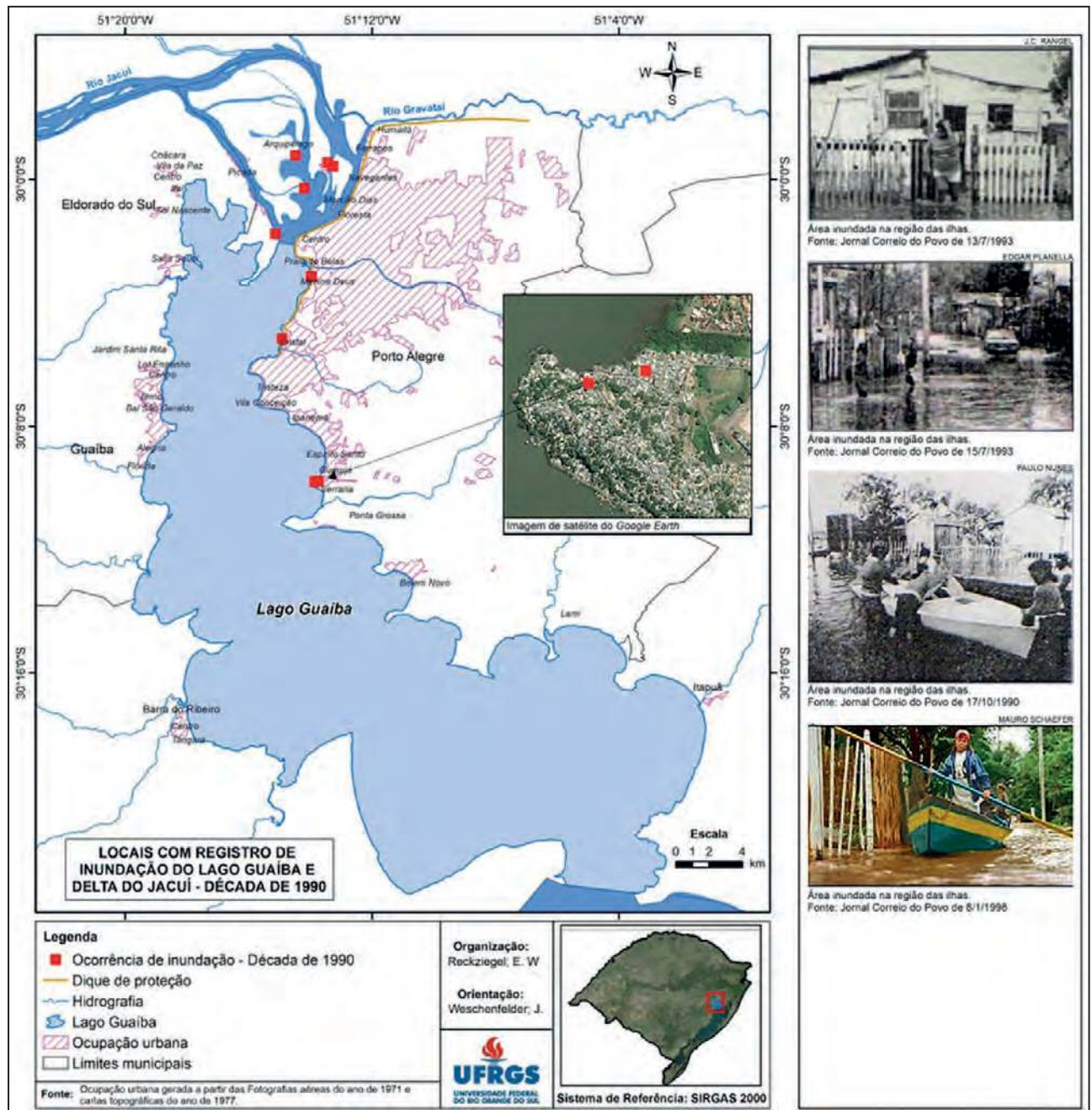


Figura 13 Locais com registro de inundações na década de 1990.

No evento de baixa intensidade de outubro de 2000 foram atingidas áreas da Ilha Grande dos Marinheiros. Em julho de 2001 foram atingidas áreas das ilhas Grande dos Marinheiros e das Flores, onde pelo menos 300 famílias ficaram desabrigadas. Também foram atingidas áreas do município de Eldorado do Sul, sendo os bairros Cidade Verde, Vila da Paz e Chácara os mais afetados deixando mais de 800 pessoas desabrigadas (Correio do Povo, 24/7/2001).

Em outubro de 2001 foram atingidas áreas das ilhas e pelo menos 150 pessoas deixaram suas casas (Correio do Povo, 5/10/2001). Em junho de 2002 no evento de média intensidade foram atingidas famílias das ilhas, além de áreas ribeirinhas do bairro Cristal e Serraria, em Porto Alegre. Neste evento houve uma vítima fatal (Correio do Povo, 11/6/2002) e aproximadamente 500 pessoas ficaram desabrigadas (Correio do Povo, 17/6/2002).

No evento de média intensidade de outubro de 2002 foram atingidas áreas da Ilha Grande dos Marinheiros e Ilha das Flores. Já nos eventos de baixa intensidade de outubro de 2005 e julho de 2007 foram afetadas dezenas de casas na Ilha Grande dos Marinheiros e Ilha da Pintada.

No evento de média intensidade de setembro de 2007 foram atingidos 35% dos 15 mil moradores das ilhas (Correio do Povo, 27/9/2007). Também foram atingidas áreas do município de Eldorado do Sul, sendo os bairros Chácara, Cidade Verde, Itaí, Picada, Sans Souci, Vila da Paz e parte do Centro os mais afetados. Neste município aproximadamente 12 mil pessoas ficaram desalojadas e duas mil edificações ficaram danificadas (Correio do Povo, 27/9/2007).

Em outubro de 2008 a inundações de baixa intensidade atingiu áreas das ilhas Grande dos Marinheiros, da Pintada e do Pavão. Pelo menos 40 pessoas ficaram desalojadas (Correio do Povo 30/10/2008).

No evento de média intensidade de setembro de 2009 foram atingidas principalmente áreas das ilhas, além de moradias na região da Ponta Grossa, em Porto Alegre. Pelo menos 230 pessoas deixaram

suas casas em decorrência do evento (Correio do Povo, 18/9/2009). Também foram atingidas mais de 1000 casas em Eldorado do Sul, nos bairros Cidade Verde, Chácara, Picada e Vila da Paz (Correio do Povo, 16/9/2009). Já em novembro de 2009 as principais áreas atingidas foram as ilhas e o bairro Vila da Paz em Eldorado do Sul.

Na inundações de dezembro de 2009 as principais áreas atingidas foram no Bairro Serraria, em Porto Alegre, onde 96 pessoas de 20 casas ribeirinhas ao Guaíba foram afetadas. (Correio do Povo, 14/12/2009). Na Figura 14 constam os principais pontos atingidos por inundações na década de 2000.

4.2.8 Período 2010 -2015

No período de 2010-2015 houve registro de 6 eventos de inundações, sendo uma ocorrência de alta intensidade.

No evento de baixa intensidade de julho de 2011 a água atingiu pátios e deixou submersas algumas ruas na Ilha Grande dos Marinheiros. No evento de baixa intensidade de agosto de 2011 foram atingidas áreas das ilhas e dos bairros Chácara, Cidade Verde, Picada e Vila da Paz em Eldorado do Sul. Pelo menos 215 casas foram atingidas (Correio do Povo, 13/8/2011).

Em agosto de 2013 no evento de baixa intensidade pelo menos 145 pessoas ficaram desabrigadas (METRO, 28/8/2013). As áreas mais atingidas foram as ilhas e os bairros Lomba do Pinheiro e Ponta Grossa na zona sul de Porto Alegre. Também foram atingidas áreas do município de Eldorado do Sul como os bairros Cidade Verde, Itaí e Vila da Paz. Em julho de 2014 foi atingida área do bairro Vila Assunção em Porto Alegre.

O evento de julho de 2015 foi de média intensidade e foram atingidas áreas das ilhas e da orla de Ipanema e Guarujá, em Porto Alegre. Em Eldorado do Sul 2.400 pessoas foram atingidas pelo avanço das águas nos bairros Cidade Verde, Itaí, Picada e Vila da Paz.

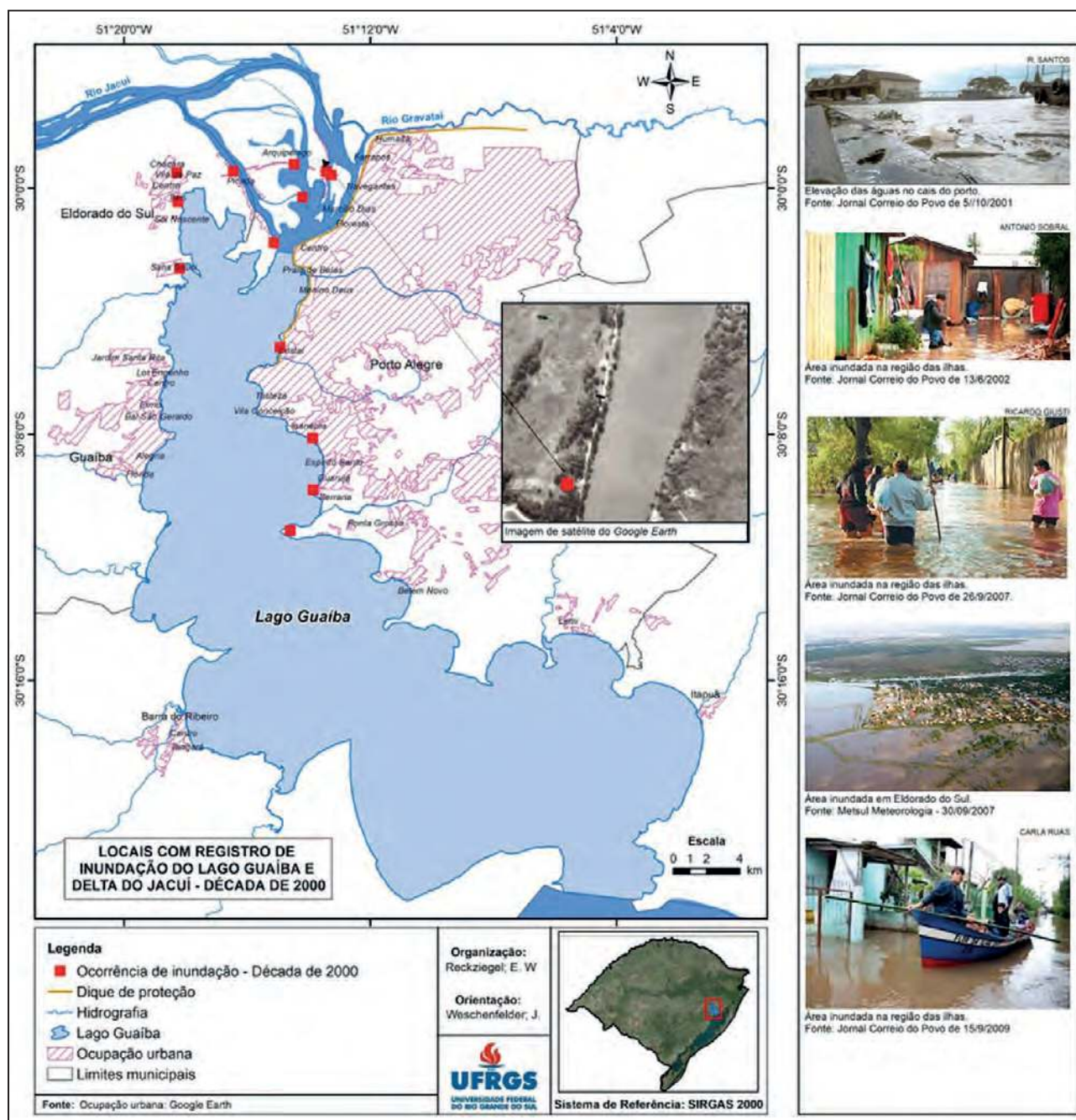


Figura 14 Locais com registro de inundação na década de 2000.

A inundação de outubro de 2015 foi de alta intensidade e atingiu a segunda maior cota fluviométrica da série histórica analisada deixando milhares de pessoas desabrigadas. As comportas do Lago Guaíba que integram o Sistema de Proteção de Cheias foram fechadas em decorrência da subida do nível da água. Em Porto Alegre as principais

áreas atingidas foram as ilhas, porções dos bairros Guarujá, Ipanema e Praia de Belas e também áreas da porção norte e o centro (não protegidas pelo dique). No município de Guaíba as principais áreas atingidas foram o calçadão e parte da Avenida João Pessoa, além de famílias dos bairros Ipê e Ermo que ficaram desalojadas.

Além disso, foram atingidas áreas do município de Eldorado do Sul, sendo os bairros Chácara, Cidade Verde, Itai, Picada, Sans Souci e Vila da Paz os mais afetados. Dos 37 mil habitantes do município, cerca de 20 mil tiveram as casas inundadas (Correio do Povo, 13/10/2015). Foi decretada Situação de Emergência em decorrência do evento. Na Figura

15 constam os principais pontos atingidos por inundações no período 2010-2015.

4.2.9 Locais Atingidos Pelas Inundações

A partir da análise dos eventos por decênio pode-se observar que nas décadas de 1940, 1950 e 1960 os principais locais atingidos pelas inundações

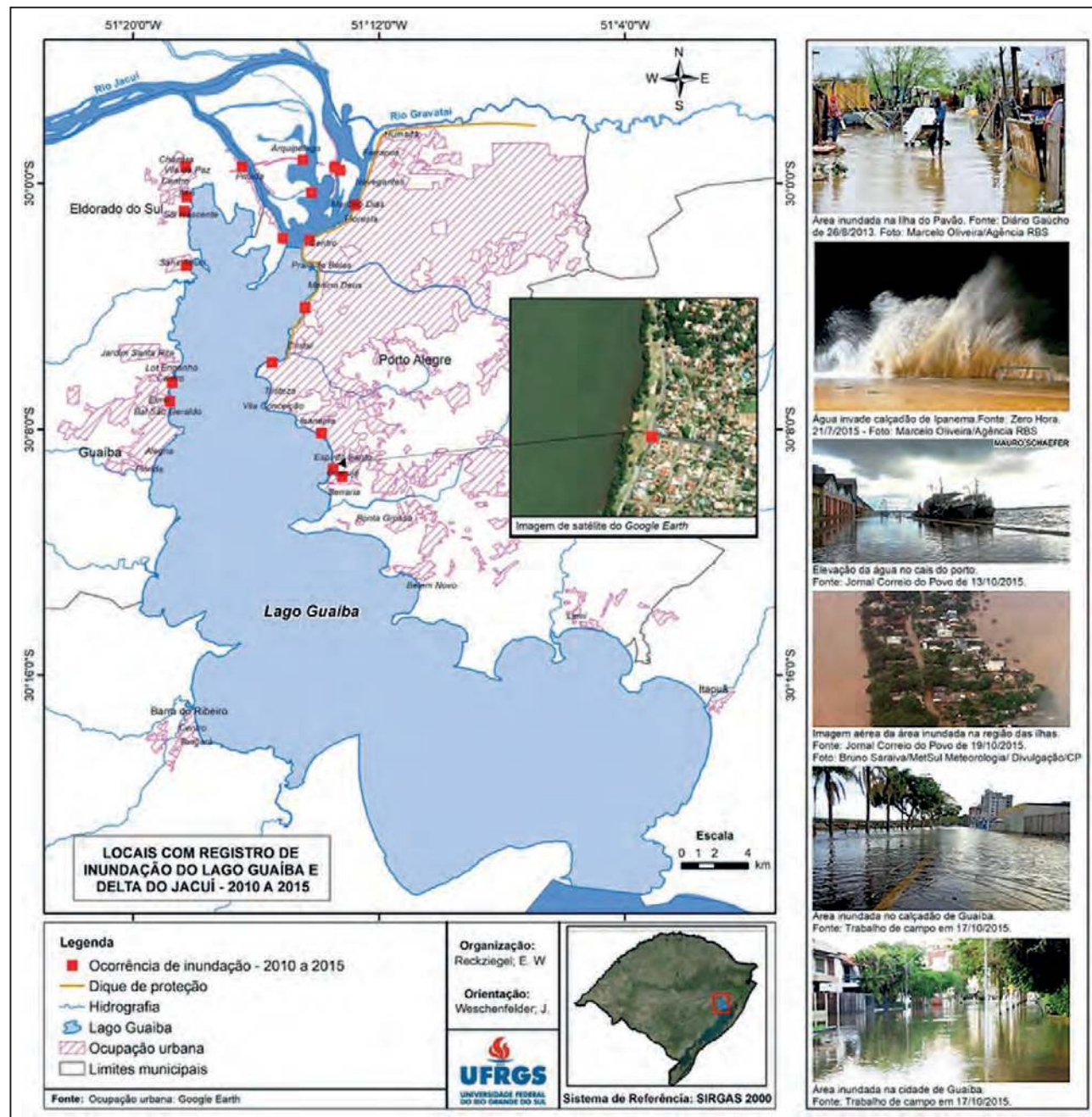


Figura 15 Locais com registro de inundação no período de 2010-2015.

correspondem às ilhas e ao centro e norte de Porto Alegre. A partir da década de 1970 há redução dos registros no centro e norte de Porto Alegre decorrente da instalação dos sistemas de proteção contra inundação neste período. Além disso, há aumento no número de registros na porção sul de Porto Alegre e também no município de Eldorado do Sul, principalmente pela maior ocupação dessas áreas (Figuras 16 e 17).

As inundações no centro e na porção norte de Porto Alegre a partir da década de 1970 ocorrem em áreas localizadas entre o Lago Guaíba e o dique, em locais não protegidos pelo sistema de proteção, atingindo a infraestrutura urbana existente.

Destaca-se também que o registro de inundação em Eldorado do Sul apenas a partir da década de 1980 pode estar associado ao fato do município ter se emancipado de Guaíba apenas em 1988 sendo que a ocorrência dos eventos pode não ter sido registrada. E também pela baixa densidade ocupacional do município até esse período.

Com relação aos municípios atingidos pelas inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí no período 1940-2015, áreas ribeirinhas do município de Porto Alegre foram atingidas em 46 eventos, de Eldorado do Sul em 9 eventos, de Guaíba em 5 eventos e Barra do Ribeiro e o distrito de Itapuã (Viamão) foram atingidas em pelo menos 1 evento.

No mapa de densidade de inundações (Figura 18) que apresenta a espacialização por bairros em que ocorreram os eventos, pode-se observar maior densidade de inundações durante a série histórica analisada na região das ilhas, assim como, na região dos bairros Centro, Cristal, Guarujá, Ipanema, Menino Deus, Navegantes, Praia de Belas e Serraria em Porto Alegre. Também destacam-se áreas dos bairros Chácara, Cidade Verde, Itaí, Picada, Sans Souci, Vila da Paz em Eldorado do Sul.

5 Conclusões

As inundações associadas ao Lago Guaíba e Delta do Jacuí são eventos recorrentes e afetam elevado número de pessoas e moradias. Apesar de

não terem como consequência elevado número de mortos e feridos, causam principalmente perdas financeiras e danos pessoais para as áreas afetadas.

No período 1940-2015 foram registrados 46 eventos de inundação associados ao Lago Guaíba e Delta do Jacuí, predominando aqueles de baixa e média intensidade que correspondem a 90% das ocorrências. As inundações ocorrem, em geral, quando o Lago Guaíba atinge a cota fluviométrica de 2 metros na estação Praça da Harmonia e de 1,78 metros na estação Ilha da Pintada.

O período do ano em que as inundações são mais frequentes corresponde a julho a outubro. Já no período de novembro a abril as inundações são pouco frequentes.

A partir da década de 1970 com a implantação do sistema de proteção em Porto Alegre há redução das ocorrências de inundação no centro e norte deste município. Também ocorre aumento no número de registros na porção sul de Porto Alegre e no município de Eldorado do Sul. O aumento no registro de eventos nestes locais está associado a maior ocupação dos mesmos a partir deste período.

Com relação aos municípios atingidos pelas inundações do Lago Guaíba e Delta do Jacuí, o município de Porto Alegre foi atingido em 46 eventos, Eldorado do Sul em 9 eventos o município de Guaíba em 5 eventos. Barra do Ribeiro e Itapuã (Viamão) foram atingidos em pelo menos 1 evento. Os locais atingidos com maior frequência durante a série histórica analisada correspondem às ilhas do Delta do Jacuí, porções dos bairros Centro, Cristal, Guarujá, Ipanema, Menino Deus, Navegantes, Praia de Belas e Serraria em Porto Alegre e porções dos bairros Chácara, Cidade Verde, Itaí, Picada, Sans Souci e Vila da Paz em Eldorado do Sul.

O histórico de ocorrência e a avaliação da dinâmica temporal e espacial dos eventos é uma importante ferramenta para a gestão e planejamento destas áreas indicando os locais prioritários para estabelecer medidas de prevenção e controle das inundações.

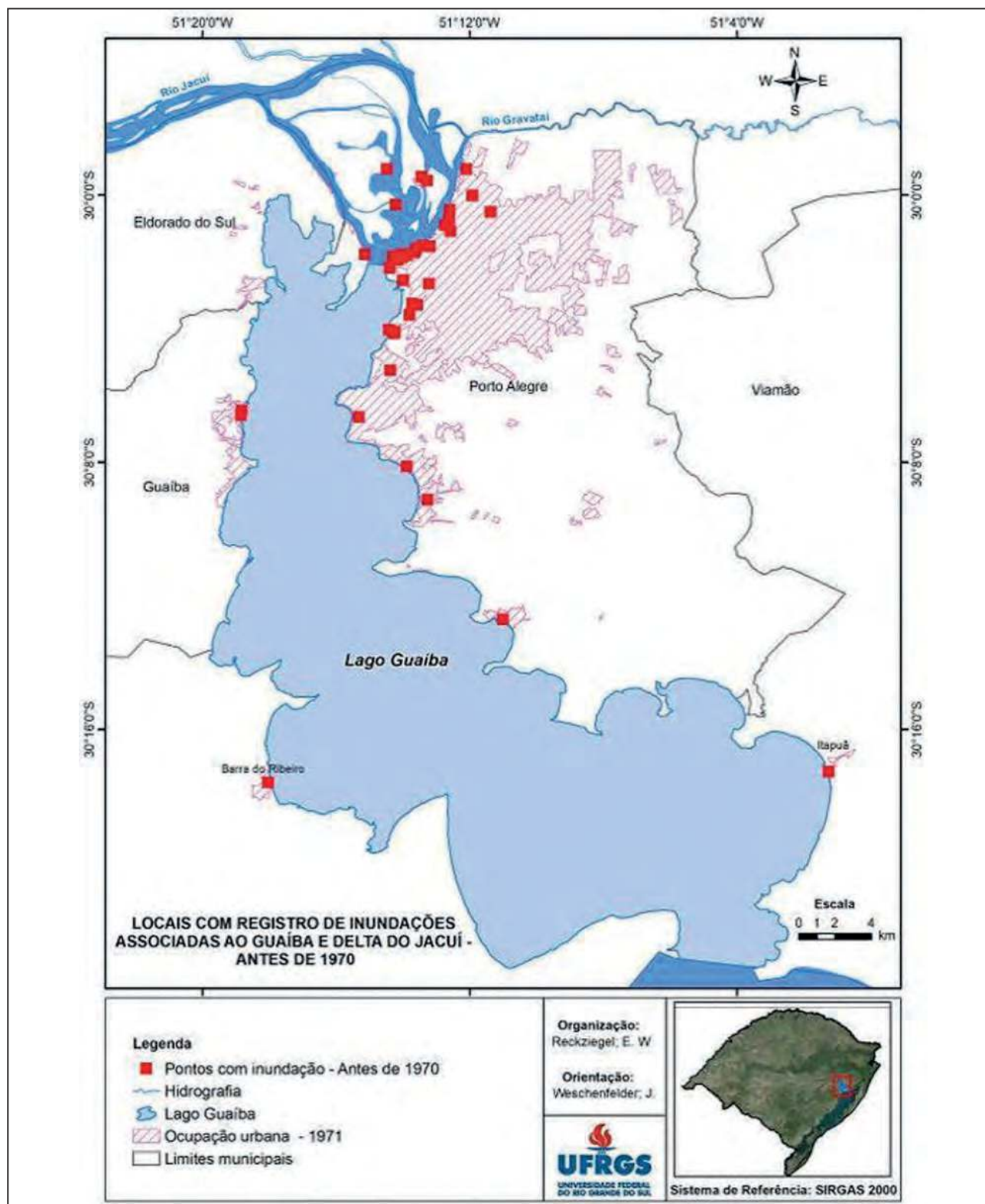


Figura 16 Pontos com registro de inundação antes de 1970 (sem sistema de proteção).

Figura 17 Pontos com registro de inundação

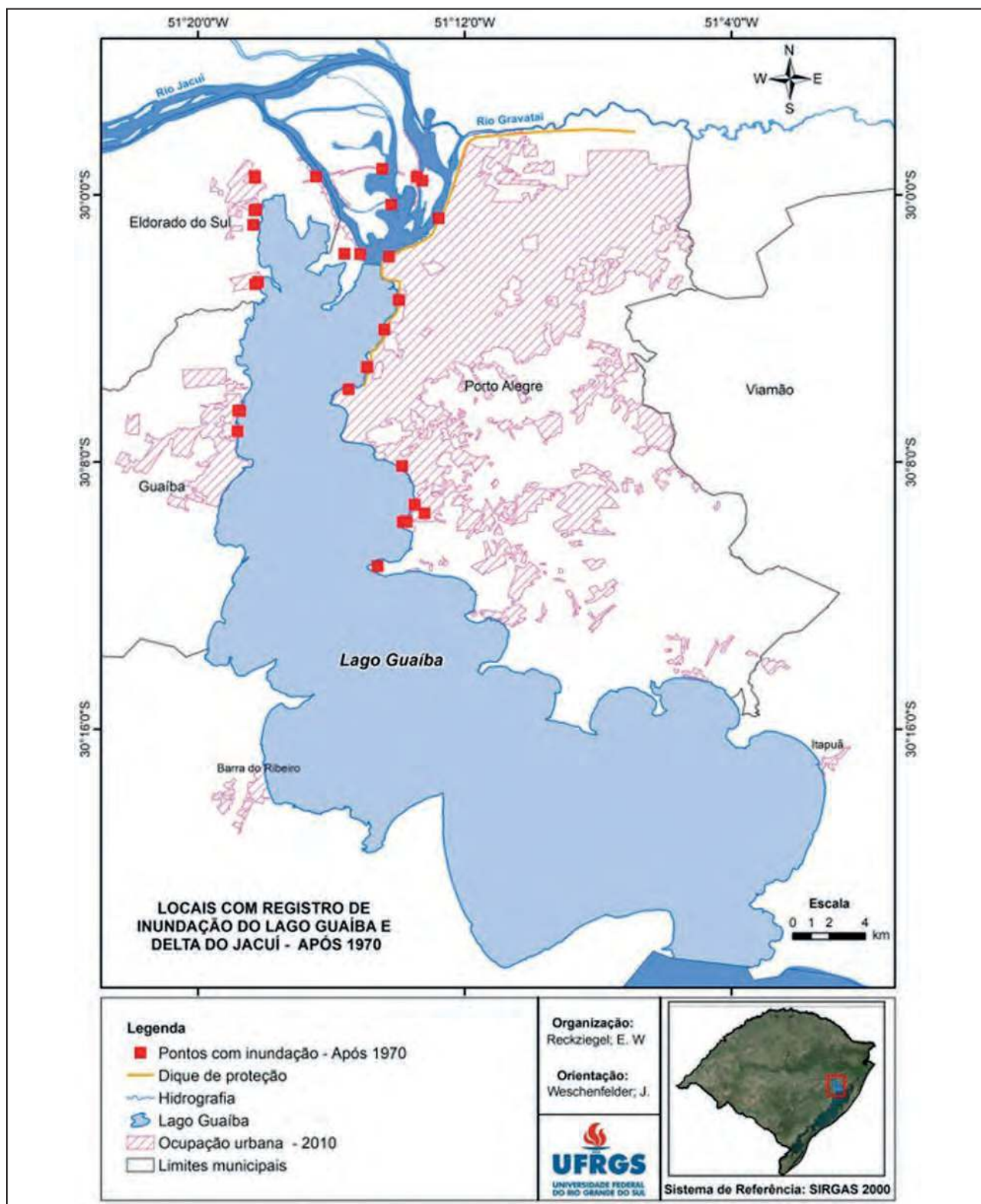


Figura 17 Pontos com registro de inundação após 1970 (com sistema de proteção).

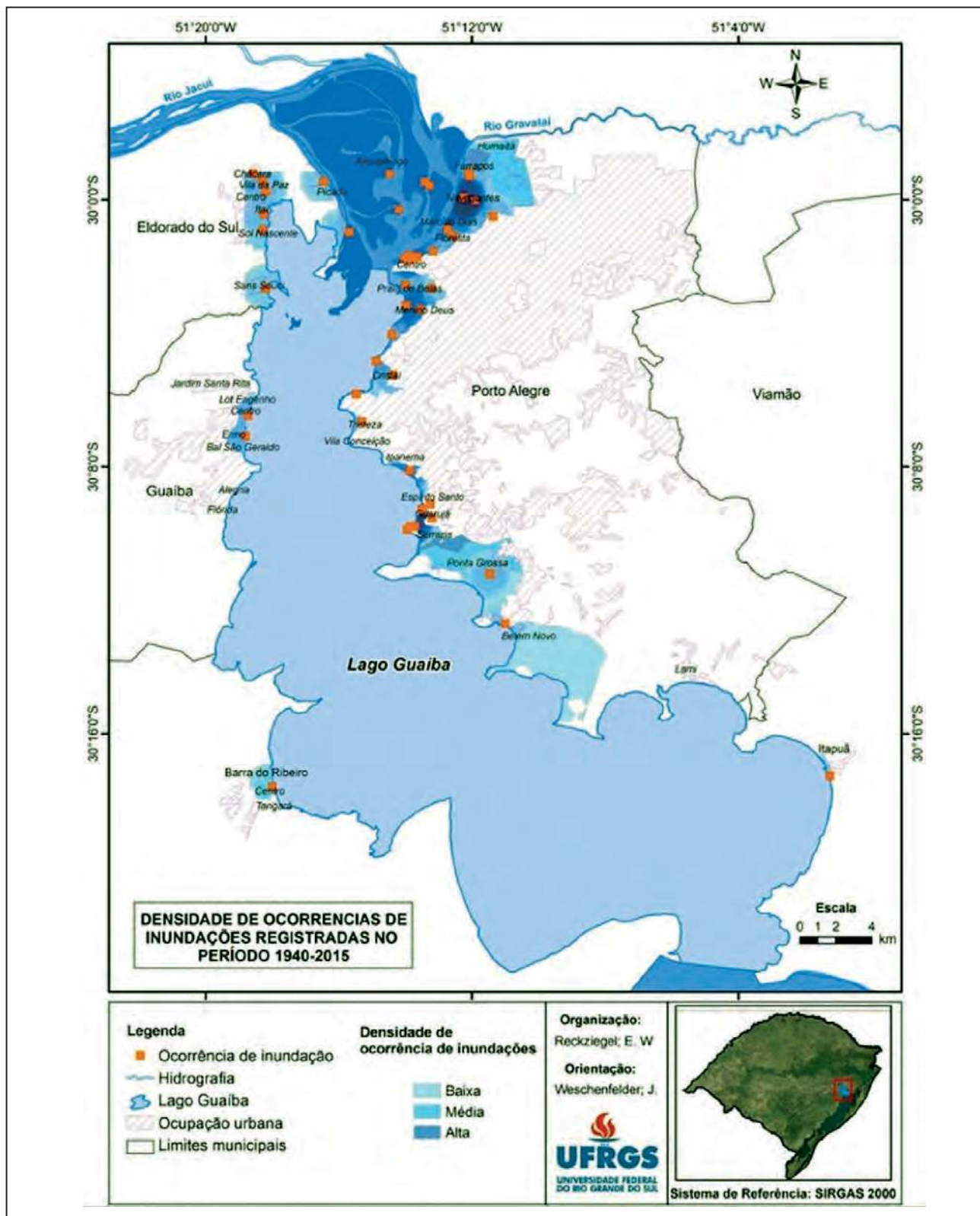


Figura 18 Mapa de densidade de ocorrência de inundações no período de 1940-2015.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro.

7 Referências

- ANA- Agência Nacional de Águas. *HIDROWEB*. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 14 mar. 2014.
- Castro, A.L.C. 2003. *Manual de desastres: desastres naturais*. Brasília: Ministério da Integração Nacional. 174 p.
- CEIC - Centro Integrado de Comando. Prefeitura de Porto Alegre. 2014. *Monitoramento do Lago Guaíba*. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/ceic/>. Acesso em: 15 jul. 2014.
- Christofoletti, A. 1981. *Geomorfologia fluvial*. v. 1. São Paulo. Correio do Povo. *Arquivo de Jornais*. Consulta diária para o período de 1940 a 2015.
- DEP-Departamento de Esgotos Pluviais. Prefeitura Porto Alegre. *Características topográficas e cheias na cidade*. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/>. Acesso em: 14 mar. 2017.
- Guimaraens, R. 2009. *A enchente de 41*. 3ª ed. Porto Alegre, Libretos. 100 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 out. 2013.
- Metro Jornal. Disponível em: <https://www2.metrojornal.com.br/>. Acesso em: 29 ago. 2013.
- Metroplan - Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional. 2001. *Os rios na cidade: as enchentes na evolução urbana da região metropolitana de Porto Alegre*. Porto Alegre, Metroplan. 91 p.
- Metroplan - Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional. 2013. *Estudos e projeto conceitual de proteção contra cheias do delta do Jacuí em Eldorado do Sul - RS*. 45 p.